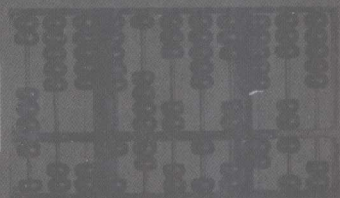


胡守仁 编著

计算机技术 发展史 [一]



早期的计算机器及电子管计算机



国防科技大学出版社

计算机技术发展史(一)

——早期的计算机器及电子管计算机

胡守仁 编著

国防科技大学出版社

·长沙·

内 容 提 要

本书叙述 20 世纪 50 年代以前,简单计算工具和计算机发展的历史,重点论述电子管计算机的诞生、存储程序思想的提出及存储程序电子计算机的发展。内容包括古代的计数与计算工具;利用机械零件构成的机械式计算装置;采用差分方法计算函数值的差分机与奠定计算机雏形的分析机;利用电磁继电器构成的继电器计算机;基于电子管线路建成的电子计算机的诞生;提出存储程序原理并按此原理构成的存储程序计算机;中国制定十二年科学技术发展远景规划及早期发展电子管计算机的情况。本书的重点是后面三部分。书中分析了各个时期计算机发展的背景与技术基础、机器的结构与组成以及机器的性能、研制计算机的前辈们在计算机技术发展中所做的贡献,并探讨了在研究与开发计算机过程中的历史经验与教训,给人们以启示。

图书在版编目(CIP)数据

计算机技术发展史(一),早期的计算机及电子管计算机/胡守仁编著. —长沙:国防科技大学出版社,2004.3

ISBN 7-81099-062-4

I. 计… II. 胡… III. 电子计算机—发展史 IV. TP3-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 020768 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4572640 邮政编码:410073

E-mail: gfkdcbs@public.cs.hn.cn

责任编辑:谷建湘 罗青 责任校对:罗青

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

开本:787×960 1/16 印张:27 字数:385 千

2004 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1-3000 册

ISBN 7-81099-062-4/TP·6

定价:38.00 元

前 言

20世纪已经过去了。在这个世纪中，发展最快、影响最大的科学和技术莫过于计算机了。1946年研制成功可运行的电子管计算机ENIAC，加法运算速度为每秒5 000次，乘法为每秒300多次，存储容量只有20个字。虽然它是一个庞然大物，占地面积100多平方米，重30吨，耗电量140千瓦，程序指令靠外部接插线实现，使用起来既费力又费时，非常笨拙，但是它的研制成功引起了计算工具的革命，开创了一个新的时代即计算机时代，并进而催生了信息化社会的时代。经过短短的五十多年时间，计算机技术突飞猛进。现代计算机建立在超巨大规模集成电路的基础上，微处理器芯片已集成以千万计的晶体管（2000年宣布的Pentium IV微处理器芯片采用0.18微米生产工艺，集成了4 200万个晶体管，工作频率高达1.7GHz），存储芯片的容量已达每片10亿位。微型计算机的运算速度已以每秒10亿次计，主存储器容量达128~256兆字节，而且体积非常小，如笔记本机的体积只有几百分之一立方米，重量只有2公斤左右，甚至更轻一些，耗电量以瓦计。而掌上计算机则更小了，可以放在口袋里。

过去计算机的价格非常昂贵，ENIAC的研制费就花了近五十万美元，费其系统所用的计算机A/N FSQ-7，每台价以千万美元计。因此，当时使用计算机的单位主要是国家实验室、军事部门、政府机关和大公司。而现在一台性能相当高的台式计算机只需人民币几千元（2001年12月，基于Intel Pentium IV微处理器芯片的微机只需4 999~5 999元），所以现在计算机的使用非常普及，已渗透到各个领域、各个部门甚至家庭。特别是计算机技术和通信技术相结合，形成了计算机网络，互联网已遍及全球，具有信息共享、文件传输、电子邮件、远程计算、远程教育和电子商务等功能，人类社会已进入网络计算的时代。计算机技术的迅速发展，极大地推动了科学技术的发展与社会进步，带来了难以估量的经济效益和社会效

益，使人们进入了信息化的社会。

既然计算机技术在今天已发展得如此复杂、高级和先进，为什么还要了解简单、初级和原始的计算机技术的发展历史呢？其目的可归纳如下：

(1) 通过计算机技术发展史的介绍，更好地了解计算机技术的发展历程。从历史的观点，看它如何从简单到复杂、从低级到高级、从原始到先进，从中发现计算机技术发展的规律，结合当前科学技术和信息技术的现状，探讨和展望今后计算机技术的发展趋势。

(2) 了解每一时期计算机技术发展的背景和动力。认识到社会的需求是推动计算机技术发展的动力，而其他科学技术的进展，为发展计算机技术创造了条件。如 18 世纪需要精确的数学用表，凭人工计算制表，工作量大，难免出现错误，这就促使巴贝奇为解决这个问题而奋斗终身。那时机器制造业已有所发展，有了各种机械零件，巴贝奇为了解决函数表的自动计算和排版印刷问题，提出了差分机和分析机的思想，其中就蕴含着现代计算机结构的雏形。又如第二次世界大战爆发，美军迫切需要解决火炮的射表问题，而当时真空电子管已得到应用，从而有人提出将真空管用于计算机的思想即研究与开发电子数字计算机的思想，研制成功 ABC 和 ENIAC 等电子管计算机，开创了电子计算机的新纪元。通过学习历史可以更好地了解需求牵引和技术推动的辩证关系，在社会主义市场经济的条件下，更好地把握机遇，立足于可能采用的技术与发明创新，推进我国计算机技术的更大发展，为人类做出贡献。

(3) 了解计算机技术的先驱们为发展计算机技术所取得的功绩。不论什么技术的发明与开发，固然要依靠科学家、学者、工程师、技术人员和工人的通力合作才能取得成果，但也应充分认识精英的伟大作用。从计算机技术的发展历史可以看到，正是由于有一些能够高瞻远瞩、敢于创新、勇于实践、不危艰险的人们，以对科学的执著精神提出新思想、新技术和新方法并和群众相结合，才得以将计算机技术不断推向前进。发展科学技术，创新是关键。因此，培养和造就具有创新精神的人才是学校教育改

革、加强素质教育的重点之一，也是发展科学技术与高技术产业要解决的关键问题。通过计算机技术发展史的学习，可以给人们以启示：这些前辈们是以什么样的科学精神和严谨学风对待新事物新问题并经过怎样长期的不懈努力和艰苦奋斗，而终于有所发明有所创造，为人类的科学技术事业做出不朽贡献的。通过学习计算机技术发展史，也可吸取失败的教训：当一个科学家有着对科学的追求与远大的理想并善于与他人合作共事时，他就能取得成就，否则将一事无成。如巴斯卡是一位科学奇才，他于17世纪40年代发明了著名的巴斯卡机械式计算器，对数学也有很多建树。但是他受父亲的影响，后来成为一个虔诚的基督教徒；对科学的信念动摇了，整天沉湎于宗教活动；从一个教堂走到另一个教堂，对计算机和数学的发展就不再做什么工作了。又如美国摩尔学院研制成功ENIAC后，研制小组又针对其缺点提出了存储程序的思想，即设计和研制EDVAC的计划。后因论文署名与专利权问题，研制小组主要成员之间闹得不可开交，与学院也有矛盾，导致小组四分五裂。结果英国曼彻斯特大学率先成功研制存储程序计算机，而EDVAC反而晚了三年多才推出。可见奉献精神与团队意识的重要性。对后人来说，不论是在科学研究中的成功经验还是失败教训，都有正反两方面的教育意义。

(4) 通过对计算机技术发展史的了解，可以看到计算机技术与其他科学技术的密切关系。没有真空电子管，就不会有电子管计算机；没有半导体的发展，就不会有晶体管计算机；没有当今微电子技术的发展，就没有今天高性能微处理器芯片。这说明计算机技术的发展离不开其他科学技术的支持，同样地，计算机技术的进步与需求，也大力推动了其他领域科学技术的发展。这就表明计算机技术与其他科学技术是相辅相成的关系。当其他科学技术有新的成就时，可能带来计算机技术新的飞跃。为此，计算机技术工作者，应关心其他科学技术的发展与最新成就，探索它们与计算机技术的关系和可能对计算机技术的发展带来的新的突破及其他影响。

(5) 科学技术总是在继承的基础上改进、提高和创新，从而不断地向

前推进。在一般情况下，事物的变化是缓慢的，表现为量变；而在一定条件下，事物可能发生突变，表现为质变，向着更高级的方向发展。计算机技术的发展也不例外。如 ENIAC 研制成功后，进入电子管计算机时代，在以后的十年中处于量变的过程。采用的技术可能有所不同，如对数的处理是串行操作还是并行操作，存储器是采用汞延迟线还是阴极射线管存储器，指令系统的格式是单地址、二地址、三地址还是四地址，机器是同步控制还是异步控制等等。虽然计算机的性能会有差别，但都属于量变。后来由于器件的变化，由继电器计算机发展为电子管计算机，又进一步发展为晶体管计算机直到现代计算机。每一次变化都使计算机的性能有数量级的提高，这可以说是质变。不管是量变或是质变，它们的基本结构还是类似的，那就是 20 世纪 40 年代由埃克特、莫奇利和冯·诺依曼共同讨论的存储程序思想，即冯·诺依曼体系结构。若要深究其思想来源，还可追溯到巴贝奇分析机的工作。这就表明，如果不了解计算机技术发展史，就不可能知道冯·诺依曼体系结构的来龙去脉及其对计算机技术发展的影响。因为冯·诺依曼体系结构有其局限性，多年来有人提出要研究非冯·诺依曼结构计算机，显然如果不知道冯·诺依曼体系结构的由来及其存在的问题，还谈得上什么非冯·诺依曼结构呢？可见不了解历史，要搞创新发明，将是无源之水、无本之木；那是不可能实现的。因此，要在计算机技术上有所创新和发明，就需要学习和了解计算机技术发展史，并通过分析、鉴别和批判，从中发现问题，在一定前提下研究解决问题的方法，才能提出创造性的思想。

由此可见，学习计算机技术发展史不仅仅是简单地了解过去，更重要的是着眼于未来，使计算机技术能得到更大的发展。学习历史，只要认真分析与仔细捉摸，可从中得到启发，进而萌发创新的思想，所以对从事计算机技术研究、开发和生产的人们来说，具有重要的现实意义。计算机技术发展的历史经验对从事其他领域科学技术事业的人们同样有益。本书更适合高等院校计算机、电子技术、自动控制等专业的研究生和本科生阅

读。

撰写本书的指导思想是：

- (1) 内容要根据已有资料，实事求是，力求反映客观实际；
- (2) 既要考虑系统性，又要强调突出重点；
- (3) 既要叙述历史，又要有归纳、分析、评论，能给人以有益的启示；
- (4) 文字简明，通俗易懂。

本书在撰写过程中，得到了中国科学院张效祥院士和中国工程院卢锡城院士的积极支持，他们为本书提供了许多重要的资料，并对本书的内容提出了许多宝贵的意见；刘明业、王志英和杨学军等教授十分关心这本书的写作与出版，做了许多有意义的工作；承担了大量繁杂的具体工作的还有耿惠民、金芝、戴葵、李宗伯等同志。在此一并向他们表示感谢。

本人水平有限，难免有疏漏、错误或不恰当之处，希望读者批评指正。

胡守仁

2003年12月

目 录

第一章 概论

- 1.1 引言 (1)
- 1.2 计算机技术发展历史的特点 (3)
- 1.3 影响计算机性能的因素 (4)
- 1.4 计算机发展历史的分期 (6)
- 1.5 本书的范围与内容 (13)

第二章 机械装置以前时期的计数和计算工具

- 2.1 数的表示 (15)
- 2.2 手指计数与计算 (16)
- 2.3 绳结 (20)
- 2.4 算筹 (22)
- 2.5 算盘 (23)
- 2.6 奈培骨牌 (25)

第三章 机械式计算装置

- 3.1 引言 (30)
- 3.2 舒卡德计算器 (31)
- 3.3 巴斯卡计算器 (36)
- 3.4 莱布尼兹计算器 (43)
- 3.5 莫伦德计算器 (50)
- 3.6 雷内·格里纳特机 (55)
- 3.7 商业上生产的计算器 (58)

3.7.1 托马斯四则计算器	(59)
3.7.2 鲍德温-奥德内机	(60)
3.7.3 键驱动机器	(62)
3.8 这一时期的主要成就	(65)

第四章 差分机和分析机

4.1 引言	(67)
4.2 查尔斯·巴贝奇	(68)
4.3 巴贝奇研究自动计算机器的背景	(71)
4.4 差分计算	(74)
4.5 巴贝奇差分机	(76)
4.6 舒特兹差分机	(85)
4.7 从事差分机的其他尝试	(90)
4.8 巴贝奇分析机	(92)
4.9 巴贝奇在计算机发展中的伟大贡献	(99)
4.10 程序员艾达	(101)

第五章 继电器计算机

5.1 引言	(106)
5.2 祖思继电器计算机	(107)
5.2.1 祖思其人	(107)
5.2.2 关于数据处理的思想 and 祖思的第一台计算机 Z1	(110)
5.2.3 祖思的第二台计算机 Z2	(113)
5.2.4 祖思的第三台计算机 Z3	(115)
5.2.5 祖思的第四台计算机 Z4	(118)
5.2.6 祖思的过程控制计算机	(122)
5.2.7 祖思在计算机理论和软件方面的工作	(123)
5.2.8 祖思在其他方面的工作	(125)
5.2.9 祖思对计算机科学与技术的发展所做出的贡献	(128)

5.3 贝尔继电器计算机	(130)
5.3.1 史迪比兹其人	(130)
5.3.2 复数计算机	(132)
5.3.3 贝尔继电器插值器	(136)
5.3.4 Model III	(138)
5.3.5 Model IV	(140)
5.3.6 双机系统 Model V	(140)
5.3.7 贝尔 Model VI	(144)
5.3.8 史迪比兹在计算技术发展中的贡献	(145)
5.4 Harvard Mark 系列机	(147)
5.4.1 艾肯其人	(147)
5.4.2 Harvard Mark I	(149)
5.4.3 艾肯与沃森的不和	(158)
5.4.4 Harvard Mark II	(160)
5.4.5 Harvard Mark III	(163)
5.4.6 Harvard Mark IV	(164)
5.4.7 Mark 系列机的性能比较	(164)
5.4.8 艾肯在计算机教育中的贡献	(165)
5.4.9 艾肯在计算机技术发展中的贡献	(166)
5.4.10 霍泊其人	(168)
5.5 IBM 计算器	(170)
5.5.1 穿孔卡片系统	(170)
5.5.2 大型 IBM 计算器	(176)
5.5.3 选择顺序电子计算器	(176)
5.5.4 IBM 的成就	(179)

第六章 电子管计算机的诞生

6.1 引言	(181)
6.2 阿塔纳索夫-贝利计算机 ABC	(183)

6.2.1	阿塔纳索夫其人	(183)
6.2.2	阿塔纳索夫研究计算装置的背景	(185)
6.2.3	一个新的计算思想的诞生	(186)
6.2.4	克雷福特·贝利其人	(188)
6.2.5	阿塔纳索夫原型机	(189)
6.2.6	阿塔纳索夫-贝利计算机	(190)
6.3	电子数字积分器和计算机 ENIAC	(196)
6.3.1	引言	(196)
6.3.2	威廉·莫奇利其人	(196)
6.3.3	普鲁斯帕尔·埃克特其人	(198)
6.3.4	研究与开发 ENIAC 的背景——弹道计算	(199)
6.3.5	ENIAC	(203)
6.4	Colossus 机	(216)
6.4.1	德国密码机 Enigma	(216)
6.4.2	阿伦·图灵其人	(219)
6.4.3	Robinsons	(221)
6.4.4	Colossus 机	(223)
6.5	关于世界上第一台电子管计算机的争论	(225)
6.5.1	谁发明了世界上第一台电子计算机	(225)
6.5.2	阿塔纳索夫-贝利对发展计算机技术的贡献	(227)
6.5.3	莫奇利、埃克特及其研制小组的贡献	(229)
6.5.4	Colossus 机在计算机技术发展中的地位	(231)

第七章 电子管存储程序计算机

7.1	存储程序思想的产生	(232)
7.1.1	ENIAC 的主要缺点	(232)
7.1.2	冯·诺依曼其人	(233)
7.1.3	冯·诺依曼参加 ENIAC 的工作	(235)
7.1.4	存储程序思想——EDVAC 计划的诞生	(236)

7.1.5 埃克特、莫奇利与冯·诺依曼的矛盾	(242)
7.1.6 ENIAC 技术和存储程序思想的传播	(244)
7.2 英国早期存储程序计算机的发展情况	(246)
7.2.1 引言	(246)
7.2.2 曼彻斯特机	(246)
7.2.3 剑桥机 EDSAC	(262)
7.2.4 英国国家物理实验室的 Pilot ACE 计算机	(270)
7.3 美国早期存储程序计算机的发展情况	(277)
7.3.1 引言	(277)
7.3.2 电子离散变量算术计算机 EDVAC	(280)
7.3.3 高级研究院计算机 IAS	(284)
7.3.4 埃克特/莫奇利机 BINAC 和 UNIVAC	(292)
7.3.5 美国国家标准局 SEAC 和 SWAC 计算机	(299)
7.3.6 旋风计划	(304)
7.3.7 赛其系统的 A/N ESQ-7 计算机	(316)
7.4 苏联发展电子管计算机的情况	(321)
7.5 IBM 公司的早期计算机	(324)
7.5.1 引言	(324)
7.5.2 海军军械研究计算机 NORC	(325)
7.5.3 IBM700 系列机	(327)
7.5.4 IBM650 计算机	(339)
7.6 从开发存储程序计算机得到的启示	(341)
7.7 电子管计算机发展时期的主要特点	(346)

第八章 中国早期发展电子管计算机的情况

8.1 引言	(352)
8.2 中国最早的电子计算机科研小组	(355)
8.2.1 中国发展计算机技术的倡导者——华罗庚	(355)
8.2.2 中国最早的电子计算机科研小组	(358)

8.3	十二年科学技术发展远景规划	(362)
8.3.1	引言	(362)
8.3.2	制定十二年科学技术发展远景规划	(363)
8.3.3	在计算技术规划中体现的主要原则	(366)
8.3.4	中国科学院计算技术研究所的建立	(368)
8.3.5	北京有线电厂参与计算机的试制	(369)
8.4	八一(103)型电子数字计算机的研制	(370)
8.4.1	基本情况	(370)
8.4.2	八一(103)型电子数字计算机的研制	(371)
8.5	104大型电子计算机的诞生	(377)
8.5.1	104机的技术负责人和组织者——张效祥	(377)
8.5.2	一个勤奋学习的赴苏进修队	(379)
8.5.3	记忆磁心的试制工作先行	(380)
8.5.4	中国第一台大型电子计算机104的诞生	(381)
8.6	中国自行设计和研制的331(901)型电子数字 计算机的诞生	(383)
8.6.1	设计与研制331(901)型计算机的组织领导者——慈云桂	(383)
8.6.2	研制331(901)型电子数字计算机的背景	(390)
8.6.3	331(901)型电子数字计算机的诞生	(391)
8.6.4	军事工程学院陈赓院长决策成立计算机专业	(396)
8.7	中国早期研制的其他电子管计算机	(397)
8.8	结语	(401)
	参考文献	(405)

第一章

概 论

1.1 引言

自古以来，人们在生产、生活和相互间交往的过程中，就产生了计算问题。社会的变迁推动了计算工具的产生和发展，由手算、心算、简陋的计算工具，发展为复杂的、处理能力很强的计算设备。人们对这些工具设备的使用，又促进了社会的发展。特别是发明了电子器件，有了电子计算机，对社会的影响就更是难以用语言表达。当今已进入网络计算的时代，计算机已成为无所不在、无所不能的工具，是人们在生产、工作、学习和生活中必不可少的得力助手。为了发展我国计算机技术，有必要了解计算机技术的发展历史，理解每一时期计算机发展的背景与动力，懂得计算机技术与其他科学技术的关系，学习计算机技术的先驱们在发展计算机技术中的创造精神，掌握计算机技术的发展规律并从中得到启发，萌发创新的思想，使我国计算机技术在国际的激烈竞争中得到更快、更大的发展。

计算装置可分为模拟计算装置和数字计算装置两大类。

模拟计算装置是对模拟量进行运算的计算装置。在这种装置中，参与运算的数用连续量表示，如长度、角度、电流或电压等等。过去的计算尺属于模拟计算工具。利用电子线性电路组成的

计算机叫做电子模拟计算机。模拟计算机的特点是速度快、精度低（一般误差为千分之几），且计算精度与器件质量、生产工艺和环境条件等有关，稳定性和可靠性差，其应用受到限制。

数字计算装置是对数字量进行运算的计算装置。在这种装置中，参与运算的数是离散量，即用数字表示，如十进制数、二进制数等等，其运算过程是按数位进行的。过去的算盘就是数字计算工具。利用电子数字电路构成的计算机叫做电子数字计算机。数字计算机的特点是运算速度决定于电子线路的开关时间、生产工艺与机器的系统结构，计算精度高（决定于数的位数），受环境因素的影响小，具有逻辑判断能力，使用方便、灵活，稳定性和可靠性好。

表 1.1 给出了模拟计算机与数字计算机的性能比较。

表 1.1

比较内容	电子模拟计算机	电子数字计算机
数的表示方式	连续量：长度、角度、电流、电压等	断续量：十进制数、二进制数等
计算方式	模拟量运算	数字运算
电子线路	线性电路	数字电路
控制方式	部件之间连线	程序指令自动控制
计算精度	低	高
逻辑判断能力	无	有
可靠性	差	好
环境影响	大	小

从表上两者的对比可以看出，电子数字计算机具有精度高、自动操作与控制、可靠性好、环境影响小、使用方便等一系列优点，特别是具有逻辑判断能力，大大提高了计算机的处理能力与灵活性，扩大了它的应用范围；而电子模拟计算机精度低、可靠性差、环境影响大、无逻辑判断能力、应用范围受限等。自 20 世纪 50 年代后，电子模拟计算机已很少使用，目前更是电子数字计算机的一统天下。因此本书所讲的计算机技术发展历史，是专指数字计算机技术发展历史，以后不再说明。

1.2 计算机技术发展历史的特点

谈到计算机技术的发展历史，我们应先分析它的主要特点。

1. 计算机技术随着社会的发展而不断发展

人类自有历史以来，一直有计算的需求。随着社会的发展，计算工具与计算方法也随之发生变化，从无到有，从简单到复杂，从低级到高级。因此计算机技术是随着社会的发展而不断发展的，总是在继承的基础上日益创新，为满足社会的需求而不断地向前发展。

2. 计算机技术的发展与其他科学技术密切相关

由于计算工具的研究、开发和生产离不开其他科学技术的支持，有了机械零件和其制作技术，才可能有机械式计算器；有了电磁继电器，才可能有继电器计算机；有了电子器件，才可能出现电子计算机。因此计算机技术的发展总是与其他许多科学技术的进步密切相关。

3. 计算机技术有很强的渗透性

正因为人们的生产、工作和生活离不开计算，所以计算机技术有很强的渗透性，其成果能迅速渗透到各个领域，促进这些领域的发展。反过来，各领域通过应用又对计算提出了更高的要求，使计算机的发展得到了新的动力。

4. 计算机技术的发展方向是不断提高机器的性能与性能价格比

计算机技术总的发展方向是不断提高计算机的性能（以电子计算机阶段而言，包括提高计算速度，扩大存储容量，提高数据传输率等）和性能价格比；另一方面，要方便使用、价格低廉，使计算机真正成为人们用得起的、功能强大的、得心应手的工具。这些都是各个时期发展计算机技术所追求的目标，并贯穿其发展历史的全过程。